

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re PATENT APPLICATION of :  
Toshiro MITSUHASHI :  
Serial No.: [NEW] : Mail Stop Patent Application  
Filed: January 29, 2004 : Attorney Docket No. OKI.608  
For: FERROELECTRIC ELEMENT AND METHOD FOR MANUFACTURING  
THE SAME

**CLAIM OF PRIORITY**

U.S. Patent and Trademark Office  
2011 South Clark Place  
**Customer Window, Mail Stop Patent Application**  
Crystal Plaza Two, Lobby, Room 1B03  
Arlington, VA 22202

Sir:

Applicant, in the above-identified application, hereby claims the priority date  
under the International Convention of the following Japanese application:


Appln. No. 2003-329815 filed September 22, 2003

as acknowledged in the Declaration of the subject application.

A certified copy of said application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

VOLENTINE FRANCOS, PLLC



Adam C. Volentine  
Registration No. 33,289

12200 Sunrise Valley Drive, Suite 150  
Reston, Virginia 20191  
Tel. (703) 715-0870  
Fax. (703) 715-0877

Date: January 29, 2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

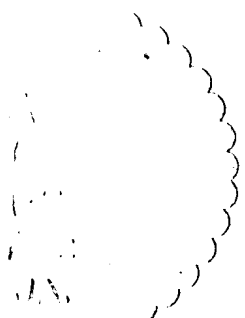
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    9 月 2 2 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 3 2 9 8 1 5  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 3 2 9 8 1 5 ]

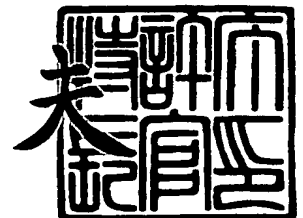
出      願      人                      沖電気工業株式会社  
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 2 月    5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 GI000014  
【提出日】 平成15年 9月22日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H01L 27/105  
【発明者】  
    【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内  
    【氏名】 三橋 敏郎  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000000295  
    【氏名又は名称】 沖電気工業株式会社  
    【代表者】 篠塚 勝正  
【代理人】  
    【識別番号】 110000165  
    【氏名又は名称】 グローバル・アイピー東京特許業務法人  
    【代表者】 宮川 良夫  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 193162  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

第 1 電極と、  
前記第 1 電極上に形成された強誘電体膜と、  
前記強誘電体膜上に形成された第 2 電極と、  
前記第 2 電極の表面に直接形成された第 1 水素進入防止膜と、  
前記第 1 水素進入防止膜上に形成された第 1 絶縁膜と、  
前記第 1 水素進入防止膜に形成されて前記第 2 電極の一部を露出する第 1 開口部と、  
前記第 1 絶縁膜に前記第 1 開口部よりも大きな開口径で形成された第 2 開口部と、  
前記第 1 及び第 2 開口部を介して前記第 2 電極に接続された配線膜と、  
を備える強誘電体素子。

**【請求項 2】**

前記第 1 及び第 2 開口部は、それぞれ、軸方向に渡って略一定の開口径を有する、請求項 1 に記載の強誘電体素子。

**【請求項 3】**

前記第 1 及び第 2 開口部は別々の工程で形成された請求項 2 に記載の強誘電体素子。

**【請求項 4】**

前記第 1 開口部は、前記第 1 絶縁膜の形成前に前記第 1 水素進入防止膜に形成された、請求項 3 に記載の強誘電体素子。

**【請求項 5】**

前記第 1 開口部のアスペクト比は 1 以下である、請求項 2 から 4 のいずれかに記載の強誘電体素子。

**【請求項 6】**

前記第 1 及び第 2 開口部は、前記第 2 電極から離れるほど開口径が大きくなるように形成された、請求項 1 に記載の強誘電体素子。

**【請求項 7】**

前記第 1 及び第 2 開口部は一度の工程で形成された請求項 6 に記載の強誘電体素子。

**【請求項 8】**

前記第 1 絶縁膜は、前記第 2 開口部が形成された第 2 水素進入防止膜と、前記第 2 水素進入防止膜の周囲に形成された第 2 絶縁膜とを有する、請求項 6 又は 7 に記載の強誘電体素子。

**【請求項 9】**

前記第 1 及び第 2 開口部は、エッチバックによって自己整合的に形成された、請求項 8 に記載の強誘電体素子。

**【請求項 10】**

第 1 電極、強誘電体膜、第 2 電極を順に形成するステップと、  
前記第 2 電極の表面に第 1 水素進入防止膜を直接形成するステップと、  
前記第 1 水素進入防止膜上に第 1 絶縁膜を形成するステップと、  
前記第 1 水素進入防止膜及び第 1 絶縁膜に、前記第 1 水素進入防止膜での開口径が前記第 1 絶縁膜での開口径よりも小さくなるように前記第 2 電極の一部を露出する開口部を形成するステップと、  
前記開口部を介して前記第 2 電極に接続される配線膜を形成するステップと、  
を含む強誘電体素子の製造方法。

**【請求項 11】**

前記開口部を形成するステップは、  
前記第 1 水素進入防止膜に前記第 2 電極の一部を露出する第 1 開口部を形成するステップと、  
前記第 1 絶縁膜に前記第 1 開口部の開口径よりも大きい開口径を有する第 2 開口部を形成するステップと、  
を含む請求項 10 に記載の強誘電体素子の製造方法。

**【請求項 12】**

前記第1開口部を形成するステップは、前記第1絶縁膜を形成する前に行われる、請求項11に記載の強誘電体素子の製造方法。

**【請求項 13】**

前記第1及び第2開口部は、それぞれ、軸方向に渡って略一定の開口径で形成する、請求項11又は12に記載の強誘電体素子の製造方法。

**【請求項 14】**

前記第1開口部はアスペクト比が1以下である、請求項11から13に記載の強誘電体素子の製造方法。

**【請求項 15】**

前記開口部は一度の工程で形成される、請求項10に記載の強誘電体素子の製造方法。

**【請求項 16】**

前記第1絶縁膜の形成は、

前記第1水素進入防止膜を第2絶縁膜で覆うステップと、

前記第2電極上方において前記第2絶縁膜に、前記第1水素進入防止膜の一部を露出するように第3開口部を形成するステップと、

前記第2絶縁膜の表面と前記第3開口部の底面及び内壁とに第2水素進入防止膜を形成するステップとを含み、

前記開口部を形成するステップでは、前記第1及び第2水素進入防止膜をエッチバックして、前記第3開口部内の前記第1及び第2水素進入防止膜に、前記第2電極の一部を露出し、かつ、前記第1水素進入防止膜での開口径が前記第2水素進入防止膜での開口径よりも小さい開口部を自己整合的に形成する、

請求項15に記載の強誘電体素子の製造方法。

**【請求項 17】**

前記開口部を形成するステップでは、前記第2電極から離れるほど開口径が大きくなるように前記開口部を形成する、請求項16に記載の強誘電体素子の製造方法。

## 【書類名】明細書

## 【発明の名称】強誘電体素子及びその製造方法

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、強誘電体素子及びその製造方法、特に、上部電極の表面に水素進入防止膜が直接形成される強誘電体素子及びその製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

強誘電体素子として、例えば、PZT、SbT等の強誘電体膜をPt等の上下電極で挟んで構成される強誘電体キャパシタがある。強誘電体キャパシタは、強誘電体膜の自発分極の性質を利用して不揮発的にデータを保持可能であり、不揮発性の半導体メモリ（FeRAM, Ferro-electric Random Access Memory）に利用されている。

## 【0003】

半導体メモリ等に用いられる強誘電体キャパシタの構造は、例えば、特許文献1及び2に記載されている。特許文献1及び2に記載されている強誘電体キャパシタでは、下部電極、強誘電体膜及び上部電極を順に積層及びパターンニングした後、これらを反応防止膜（水素進入防止膜）及び酸化膜（層間絶縁膜）で順に覆い、水素進入防止膜及び酸化膜にコンタクトホール（開口部）を形成して上部電極を露出し、この開口部を介して上部電極に接続されるメタル配線層（配線膜）を形成している。

【特許文献1】特開2002-305288号公報（第3頁、第1図）

【特許文献2】特開平11-121704号公報（第1-8頁、第1-6図）

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

特許文献1及び2に記載の強誘電体キャパシタでは、下部電極、強誘電体膜及び上部電極を覆う水素進入防止膜及び酸化膜に一定の開口径を有する開口部を形成して、開口部に配線膜を形成するが、開口部において水素進入防止膜が除去されるので、開口部から上部電極を介して強誘電体膜に水素が進入し、強誘電体膜が劣化する虞がある。一方、水素の進入を防止するために開口部を一定の開口径のまま小さくすると、開口部のアスペクト比が大きくなり、開口部を介して上部電極に接続される配線膜のカバレッジが悪化して、配線膜の信頼性が低下する虞がある。

## 【0005】

本発明の目的は、強誘電体素子において、強誘電体膜の劣化を防止するとともに、配線膜の信頼性の低下を防止することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明に係る強誘電体素子は、第1電極と、第1電極上に形成された強誘電体膜と、強誘電体膜上に形成された第2電極と、第2電極の表面に直接形成された第1水素進入防止膜と、第1水素進入防止膜上に形成された第1絶縁膜と、第1水素進入防止膜に形成されて第2電極の一部を露出する第1開口部と、第1絶縁膜に第1開口部よりも大きな開口径で形成された第2開口部と、第1及び第2開口部を介して第2電極に接続された配線膜と、を備えている。

## 【0007】

本発明に係る強誘電体素子の製造方法は、第1電極、強誘電体膜、第2電極を順に形成するステップと、第2電極の表面に第1水素進入防止膜を直接形成するステップと、第1水素進入防止膜上に第1絶縁膜を形成するステップと、第1水素進入防止膜及び第1絶縁膜に、第1水素進入防止膜での開口径が第1絶縁膜での開口径よりも小さくなるように第2電極の一部を露出する開口部を形成するステップと、開口部を介して第2電極に接続される配線膜を形成するステップと、を含んでいる。

## 【0008】

第1絶縁膜は、水素及び／酸素の進入防止膜、窒化膜、酸化膜等の1又は複数の膜から構成されても良い。

【発明の効果】

【0009】

本発明に係る強誘電体素子によれば、第2電極を露出する第1水素進入防止膜での第1開口部の開口径が第1絶縁膜での第2開口部の開口径よりも小さくなるように形成するので、第2電極を覆う第1水素進入防止膜が除去される領域の面積を抑えて、第1開口部から第2電極を介して強誘電体膜に進入する水素を抑制し、強誘電体膜の信頼性を向上させることができる。また、第1水素進入防止膜は一般に第1絶縁膜よりも薄く形成されるため、第1開口部の開口径を小さく形成しても第1開口部のアスペクト比が大きくなりにくく、かつ、膜厚の厚い第1絶縁膜では第2開口部の開口径を大きくして第2開口部のアスペクト比が大きくなるのを抑制しているので、第1及び第2開口部を介して形成される配線膜のカバレッジが悪化せず、配線膜の信頼性の低下を防止できる。

【0010】

本発明に係る強誘電体素子の製造方法によれば、第2電極を露出する第1水素進入防止膜での開口径が第1絶縁膜での開口径よりも小さくなるように開口部を形成するので、第2電極を覆う第1水素進入防止膜が除去される領域の面積を抑えて、開口部から第2電極を介して強誘電体膜に進入する水素を抑制し、強誘電体膜の信頼性を向上させることができる。また、第1水素進入防止膜は一般に第1絶縁膜よりも薄く形成されるため、開口径を小さく形成しても第1水素進入防止膜での開口部のアスペクト比が大きくなりにくく、かつ、膜厚の厚い第1絶縁膜では開口径を大きくして開口部のアスペクト比が大きくなるのを抑制しているので、開口部を介して形成される配線膜のカバレッジが悪化せず、配線膜の信頼性の低下を防止できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

(1) 第1実施形態

図1乃至図12は、本発明の第1実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図である。ここでは、強誘電体素子として、FeRAM (Ferroelectric Random Access Memory) 等に適用される強誘電体キャパシタを例に挙げて説明する。

【0012】

〔構成〕

本実施形態に係る強誘電体キャパシタは、図12に示すように、SiO<sub>2</sub> からなる酸化膜1上に、密着膜2、下部電極3 (第1電極)、強誘電体膜4及び上部電極5 (第2電極) が順に形成され、密着膜2、下部電極3、強誘電体膜4及び上部電極5を直接覆うように水素進入防止膜8 (第1水素進入防止膜) 及び層間絶縁膜11 (第1絶縁膜) が形成されている。また、水素進入防止膜8には上部電極5の一部を露出する開口部10 (第1開口部) が開口径0.2マイクロメートルで形成されるとともに、層間絶縁膜11には開口部10よりも大きな開口径0.6マイクロメートルで開口部13 (第2開口部) が形成されており、開口部10及び13を介して上部電極5に接続されたアルミ配線膜14 (配線膜) が形成されている。開口部10は、軸方向に渡って略一定の開口径0.2マイクロメートルで形成されており、開口部13は、軸方向に渡って略一定の開口径0.6マイクロメートルで形成されている。

【0013】

〔製造方法〕

次に、本実施形態に係る強誘電体キャパシタの製造方法について図1乃至図12を参照して説明する。

【0014】

まず、図1に示すように、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法で形成したSiO<sub>2</sub> からなる酸化膜1上に、膜厚60nmのTiNからなる密着膜2、膜厚150nmのIrからなる下部電極3、膜厚120nmのSBT (SrBi<sub>2</sub>Ta<sub>2</sub>O<sub>9</sub>) からなる強誘電体膜4、

膜厚 150 nm の Ir からなる上部電極 5、膜厚 200 nm の TiN からなるハードマスク 6 を形成する。ここで、密着膜 2、下部電極 3、上部電極 5 及びハードマスク 6 はスパッタ法により形成し、強誘電体膜 4 はスピンコータを用いた塗布法で形成する。また、ハードマスク 6 上にレジスト膜 7 を形成し、ホトリソグラフィ工程にて図 2 に示すようにレジストパターン 7 を形成する。

#### 【0015】

ここでは、密着膜 2 及び下部電極 3 を TiN で形成したが、TiN 膜にさらに IrHf 膜を積層させても良い。また、下部電極 3 を Ir で形成したが、IrO、Pt 等により形成しても良いし、Ir 膜にさらに IrO 膜、Pt 膜を積層させた多層構造としても良い。また、下部電極 3 を、Ir、Ru、Rh、Re、Os から選択される 1 又は複数の膜に Pt 膜を積層させた構造にしても良い。また、強誘電体膜 4 を SBT で形成したが、PZT ( $\text{Pb}(\text{Zr}_x\text{O}_{1-x})$ )、SBTN ( $(\text{SrBi}_2(\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_9)$ )、BLT ( $(\text{Bi}, \text{La})_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$ ) 等の他の強誘電体材料によって形成しても良い。

#### 【0016】

このレジストパターン 7 をエッチングマスクとして、図 3 に示すように、ドライエッチング法でハードマスク 6 を加工する。ドライエッチングの条件は、例えば、ガス流量  $\text{Cl}_2 / \text{BCl}_3 = 90 / 10 \text{ sccm}$ 、RF 電力 = 600 W、エッチング圧力 = 10 mTorr、エッチング時間 = 30 sec とする。

#### 【0017】

さらに、加工されたハードマスク 6 をエッチングマスクとして、図 4 に示すように、上部電極 5、強誘電体膜 4、下部電極 3 をドライエッチング法で加工する。ドライエッチングの条件は、例えば、ガス流量  $\text{Cl}_2 / \text{O}_2 = 10 / 10 \text{ sccm}$ 、RF 電力 = 800 W、エッチング圧力 = 5 mTorr、エッチング時間 = 300 sec とする。

#### 【0018】

次に、図 5 に示すように、ハードマスク 6 及び露出している密着膜 2 をドライエッチング法で除去する。ドライエッチングの条件は、例えば、エッチングガス流量  $\text{Cl}_2 / \text{BCl}_3 = 70 / 30 \text{ sccm}$ 、RF 電力 = 800 W、エッチング圧力 = 5 mTorr、エッチング時間 = 40 sec とする。

#### 【0019】

その後、図 6 に示すように、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  からなる水素進入防止膜 8 を CVD 法で全面に渡って膜厚 50 nm で形成する。次に、図 7 に示すように、水素進入防止膜 8 上にレジスト膜を塗布し、ホトリソグラフィ工程によって 0.2 マイクロメートルの開口部を有するレジストパターン 9 を形成する。このレジストパターン 9 をエッチングマスクとして、図 8 に示すように、水素進入防止膜 8 に開口径 0.2 マイクロメートルの開口部 10 を形成し、上部電極 5 の表面中央部を露出させる。ここでは、水素進入防止膜 8 を  $\text{Al}_2\text{O}_3$  で形成したが、水素進入防止膜 8 は、水素の透過を防止する材料であれば良く、 $\text{SrTaO}_x$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{SrRuO}_3$ 、 $\text{ZrO}_x$ 、 $\text{RuO}_x$ 、 $\text{SrO}_x$  等で形成しても良い。

#### 【0020】

ドライエッチングの条件は、例えば、ガス流量  $\text{Cl}_2 / \text{BCl}_3 = 50 / 50 \text{ sccm}$ 、RF 電力 = 800 W、エッチング圧力 = 5 mTorr、エッチング時間 = 80 sec とする。

#### 【0021】

レジストパターン 9 をアッシングにより除去した後、図 9 に示すように、 $\text{SiO}_2$  からなる膜厚 300 nm の層間絶縁膜 11 を形成する。

#### 【0022】

次に、図 10 に示すように、層間絶縁膜 11 上にホトリソグラフィ工程で開口径 0.6 マイクロメートルの開口部を有するレジストパターン 12 を形成し、このレジストパターン 12 をエッチングマスクとして、図 11 に示すように、層間絶縁膜 11 に開口径 0.6 マイクロメートルの開口部 13 をドライエッチング法で形成する。

#### 【0023】



ドライエッチングの条件は、例えば、ガス流量  $\text{CHF}_3 = 100 \text{ sccm}$ 、RF 電力 =  $600 \text{ W}$ 、エッチング圧力 =  $5 \text{ mTorr}$ 、エッチング時間 =  $60 \text{ sec}$  とする。このエッチング条件では、 $\text{SiO}_2$  と  $\text{Al}_2\text{O}_3$  との選択比は 20 以上であるため、水素進入防止膜 8 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) はほとんど加工されない。

#### 【0024】

その後、レジストパターン 11 をアッシングにより除去し、図 12 に示すように、開口部 13 及び 10 を介して上部電極 5 に接続されるアルミ配線膜 14 を形成する。

#### 【0025】

##### 〔作用効果〕

以上説明した製造方法で製造される強誘電体キャパシタでは、上部電極 5 にアルミ配線膜 14 を接続するためのコンタクトホール（開口部 13 及び 10）を、水素進入防止膜 8 及び層間絶縁膜 11 に一定の開口径で形成せずに、水素進入防止膜 8 に形成される開口部 10 の開口径（0.2 マイクロメートル）を層間絶縁膜 11 に形成される開口部 13 の開口径（0.6 マイクロメートル）よりも小さく形成することにより、上部電極 5 の表面に直接形成された水素進入防止膜 8 が除去される領域の面積を抑制し、水素進入防止膜 8 でカバーされない上部電極 5 表面の面積を抑制する。この結果、開口部 10 から上部電極 5 を介して進入する水素を抑制でき、強誘電体膜 4 の劣化を防止できる。

#### 【0026】

また、膜厚の薄い水素進入防止膜 8（50 nm）では開口部 10 の開口径を小さくしても（0.2 マイクロメートル）、開口部 10 のアスペクト比が  $0.05 / 0.2 = 0.25$  であり、開口部 10 のアスペクト比の過度な増大を抑制できる。また、膜厚の厚い層間絶縁膜 11（300 nm）の開口部 13 では、開口径を大きくして（0.6 マイクロメートル）、アスペクト比を  $0.3 / 0.6 = 0.5$  として、開口部 13 のアスペクト比の過度な増大を抑制するので、開口部 13 及び 10 を介して形成されるアルミ配線膜 14 のカバーレージの悪化を抑制し、アルミ配線膜 14 の信頼性の低下を防止できる。

#### 【0027】

なお、アルミ配線膜 14 のカバーレージを悪化させないためには、アスペクト比が 1 以下であることが好ましい。また、本実施形態では、開口部 10 及び 13 の開口径をそれぞれ 0.2 マイクロメートル、0.6 マイクロメートルとしたが、開口部 10 の開口径が開口部 13 の開口径よりも小さければ、強誘電体膜 4 の劣化を防止する効果を得ることができる。さらに、アルミ配線膜 14 のカバーレージを悪化させないためには、開口部 10 のアスペクト比が 1 以上にならない範囲で、開口部 10 の開口径を小さくするほど、水素進入防止効果を向上し得る。

#### 【0028】

##### （2）第 2 実施形態

図 13 乃至図 17 は、本発明の第 2 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図である。

#### 【0029】

##### 〔構成〕

本実施形態に係る強誘電体キャパシタは、図 17 に示すように、 $\text{SiO}_2$  からなる酸化膜 1 上に密着膜 2、下部電極 3（第 1 電極）、強誘電体膜 4 及び上部電極 5（第 2 電極）が順に形成され、密着膜 2、下部電極 3、強誘電体膜 4 及び上部電極 5 を覆うように水素進入防止膜 8（第 1 水素進入防止膜）及び層間絶縁膜 20（第 2 絶縁膜）が形成されている。層間絶縁膜 20 には開口部 22 が形成されており、開口部 22 には水素進入防止膜 23（第 2 水素進入防止膜）が形成されている。

#### 【0030】

また、水素進入防止膜 8 及び 23 には、上部電極 5 の一部を露出する開口部 24 が形成されており、開口部 24 を介して上部電極 5 に接続されたアルミ配線膜 14（配線膜）が形成されている。

#### 【0031】

開口部 24 は、上部電極 5 の一部を露出する底面の部分において開口径が 0.2 マイクロメートルであり、上部電極 5 の反対側の上面において開口径が約 0.6 マイクロメートルであり、上部電極 5 から離れるほど開口径が連続的に大きくなるように形成されている。

#### 【0032】

##### 〔製造方法〕

以下、本実施形態に係る強誘電体キャパシタの製造方法を図 13 乃至図 17 を参照して説明する。

#### 【0033】

第 1 実施形態の図 1 乃至図 6 の工程を終了後、CVD 法で水素進入防止膜 8 上に、SiO<sub>2</sub> により膜厚 300 nm の層間絶縁膜 20 を形成し、さらに、ホトリソグラフィ工程で、上部電極 5 の上方に開口径 0.6 マイクロメートルの開口部を有するレジストパターン 21 を形成する。

#### 【0034】

次に、図 14 に示すように、レジストパターン 21 をエッチングマスクとして、ドライエッチング法で層間絶縁膜 20 に開口径 0.6 マイクロメートルの開口部 22 を形成する。ドライエッチングの条件は、例えば、ガス流量 CH<sub>3</sub>F<sub>3</sub> = 100 sccm、RF 電力 600 W、エッチング圧力 = 5 mTorr、エッチング時間 = 60 sec である。

#### 【0035】

レジストパターン 21 をアッシングにより除去した後、図 15 に示すように、CVD 法で Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> からなる膜厚 200 nm の第 2 の水素進入防止膜 23 を形成する。この水素進入防止膜 23 は、層間絶縁膜 20 の表面と開口部 22 の内壁及び底面に形成され、開口部 22 の底面では水素進入防止膜 8 に連続するように形成される。水素進入防止膜 23 は、水素進入防止膜 8 と同じ材料であることが望ましいが、水素進入防止膜 8 とともに一度のエッチング工程で加工できる材料であれば水素進入防止膜 8 と異なる材料であっても良い。水素進入防止膜 23 は、例えば、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SrTaO<sub>x</sub>、AlN、SrRuO<sub>3</sub>、ZrO<sub>x</sub>、RuO<sub>x</sub>、SrO<sub>x</sub> 等で形成する。

#### 【0036】

次に、図 16 に示すように、水素進入防止膜 23 をドライエッチング法で全面エッチバックする。このエッチバックでは、上部電極 5 の表面中央部において水素進入防止膜 23 及び 8 をエッチングして上部電極 5 の表面中央部が露出するとともに、開口部 22 の内壁に水素進入防止膜 23 を残し、水素進入防止膜 8 及び 23 に開口部 24 を形成する。開口部 24 は、上部電極 5 が露出される底面での開口径が 0.2 マイクロメートル、上部電極 5 とは反対側の上面で開口径が約 0.6 マイクロメートルになるように形成する。ドライエッチングの条件は、例えば、ガス流量 Cl<sub>2</sub>/BCl<sub>3</sub> = 50/50 sccm、RF 電力 = 800 W、エッチング圧力 = 5 mTorr、エッチング時間 = 240 sec とする。

#### 【0037】

その後、図 17 に示すように、開口部 24 を介して上部電極 5 に接続されるアルミ配線膜 25 を形成する。

#### 【0038】

図 18 は、水素進入防止膜 23 の膜厚と、上部電極 23 を露出する開口部 24 の底面での開口径との関係を説明する図である。ここで、同図 (a) に示す水素進入防止膜 23 a の膜厚よりも、同図 (b) に示す水素進入防止膜 24 b の膜厚の方が大きい。同図 (a)、(b) に示すように、膜厚の厚い水素進入防止膜 23 b をエッチバックした場合の方が、開口部 24 b の内壁に残る水素進入防止膜 23 b の厚さが開口部 24 a の内壁に残る水素進入防止膜 23 a の厚さよりも厚くなり、開口部 24 b の底面の開口径が開口部 24 a の底面の開口径よりも小さくなる。従って、水素進入防止膜 23 の膜厚を調整することにより、開口部 24 の底面の開口径を制御することができる。

#### 【0039】

##### 〔作用効果〕



本実施形態では、開口部 24 の開口径が上部電極 5 から離れるほど大きくなるように形成されているため、第 1 実施形態と同様に、水素進入防止膜 8 及び 23 が取り除かれて上部電極 5 が露出される領域の面積を抑制し、開口部 24 から上部電極 5 を介して進入する水素を抑制することができる。この結果、強誘電体膜 4 の信頼性を向上できる。

【0040】

また、開口部 24 の開口径が上部電極 5 から離れるほど連続的に大きくなるように形成されるので、開口径の異なる開口部 10 及び 13 を形成する上記実施形態の場合よりも、開口部内にアルミ配線膜を形成し易い。従って、開口部 24 の底面での開口径を、第 1 実施形態における開口部 10 の開口径より小さくすることが可能であり、開口部 24 からの水素の進入をさらに防止できる。

【0041】

第 1 実施形態では、アルミ配線膜 14 と上部電極 5 とのコンタクトを採るために、水素進入防止膜 8 の開口部 10 と層間絶縁膜 11 の開口部 13 とを別々の工程、即ち 2 度のホトリソグラフィ及びエッチング工程で形成したが、本実施形態では、開口部 24 を水素進入防止膜 23 を全面エッチバックして自己整合的に形成するため、2 度のホトリソグラフィ工程を省略すると共に、エッチング工程を 1 回削減できる。

【0042】

また、開口部 24 をエッチバックして自己整合的に形成するため、エッチング量を調節することにより、開口部 24 の底面の開口径を任意に縮小することが可能である。

【0043】

また、小さな開口部をホトリソグラフィ工程で形成する場合にはレジストパターンのアライメントずれが発生する虞があるが、開口部 24 を自己整合的に形成するためアライメントずれが発生する虞がない。

【0044】

また、第 2 の水素進入防止膜 23 の膜厚を調整することによって、開口部 24 の底面での開口径を簡易に制御できる。即ち、上部電極 5 表面で水素進入防止膜 8 が取り除かれる領域の面積を容易に制御できる。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図 1】 第 1 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 1）。

【図 2】 第 1 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 2）。

【図 3】 第 1 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 3）。

【図 4】 第 1 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 4）。

【図 5】 第 1 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 5）。

【図 6】 第 1 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 6）。

【図 7】 第 1 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 7）。

【図 8】 第 1 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 8）。

【図 9】 第 1 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 9）。

【図 10】 第 1 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 10）。

【図 11】 第 1 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 11）。

【図 12】 第 1 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 12）。

【図 13】 第 2 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 1）。

【図 14】 第 2 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 2）。

【図 15】 第 2 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 3）。

【図 1 6】 第 2 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 4）

。

【図 1 7】 第 2 実施形態に係る強誘電体素子の製造方法を説明する断面図（その 5）

。

【図 1 8】 第 2 実施形態における開口部の開口径の制御を説明する断面図

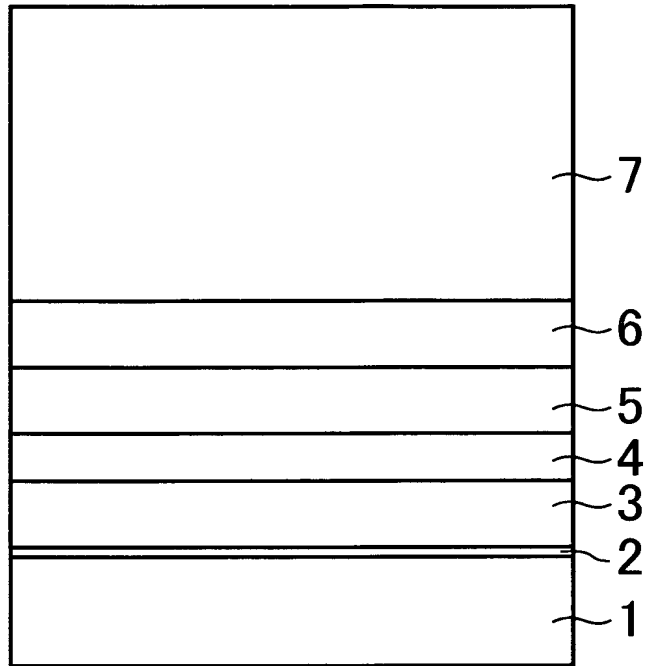
。

【符号の説明】

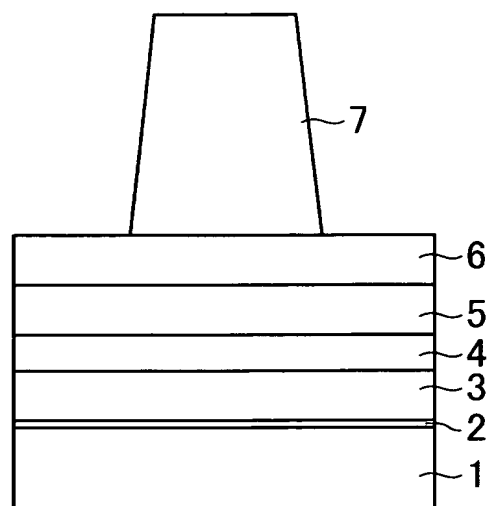
【 0 0 4 6 】

- 1 酸化膜
- 2 密着膜
- 3 下部電極
- 4 強誘電体膜
- 5 上部電極
- 6 ハードマスク
- 7, 9, 12, 21 レジスト膜、レジストパターン
- 8, 23 水素進入防止膜
- 10, 13, 22, 24 開口部
- 11, 20 層間絶縁膜
- 14, 25 アルミ配線

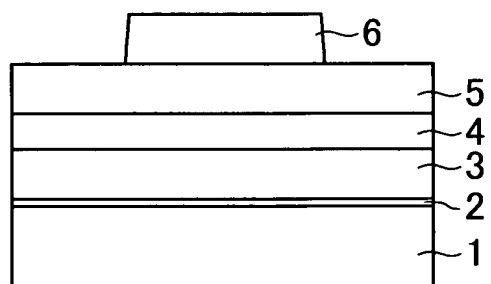
【書類名】 図面  
【図 1】



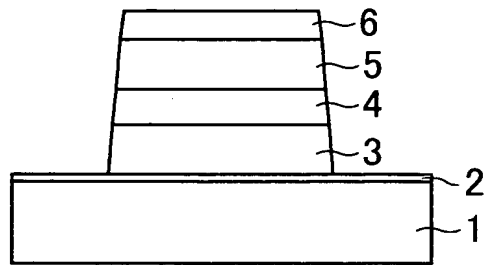
【図 2】



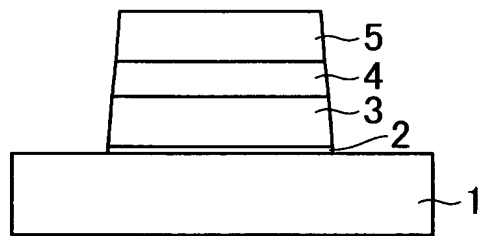
【図 3】



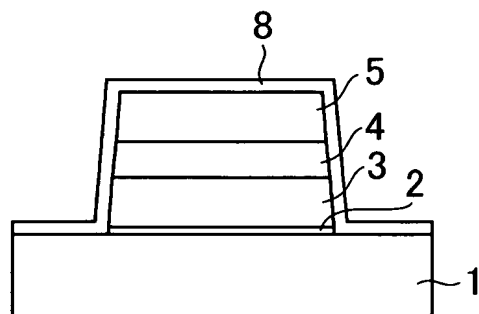
【図 4】



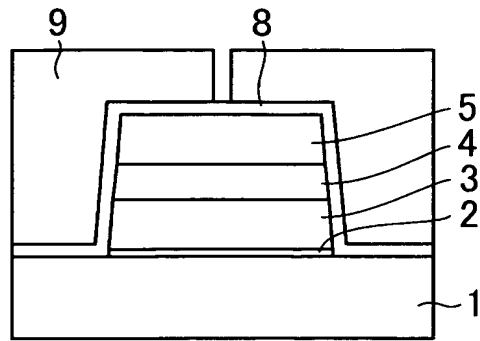
【図 5】



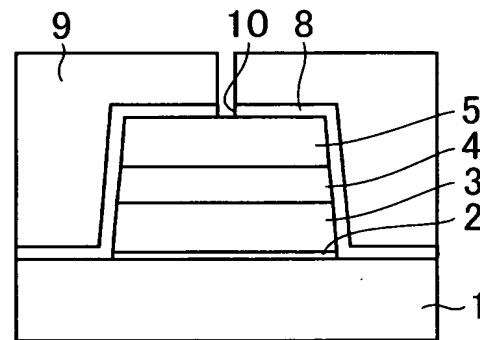
【図 6】



【図 7】

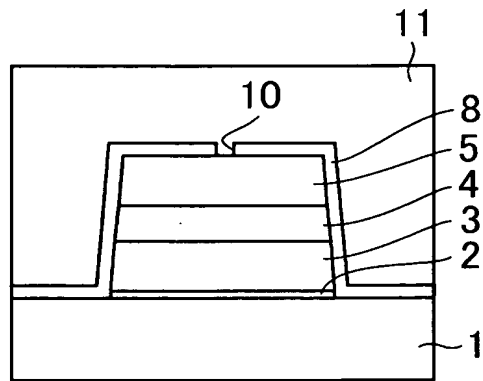


【図 8】

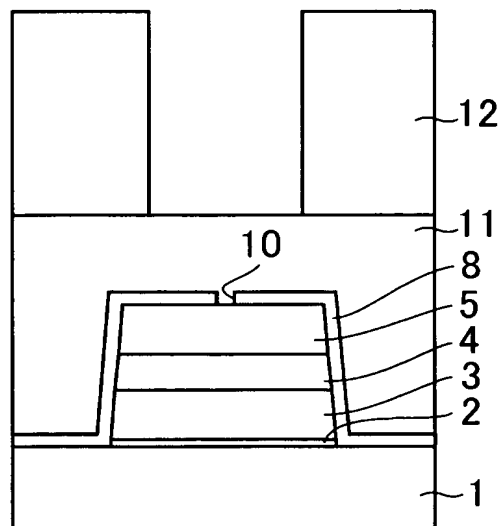




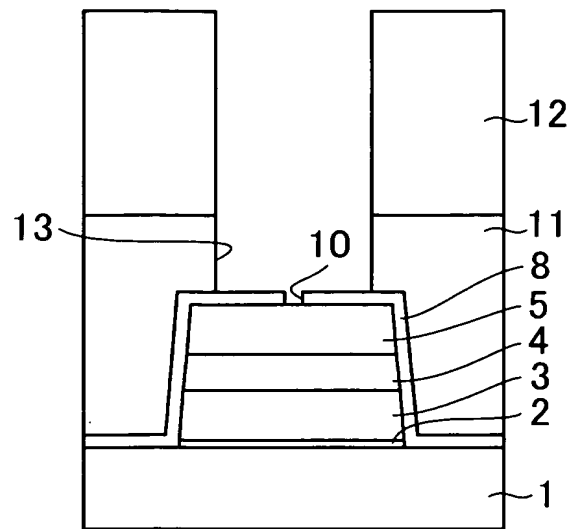
【図 9】



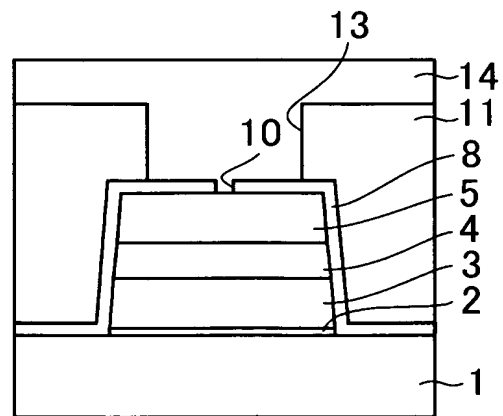
【図 10】



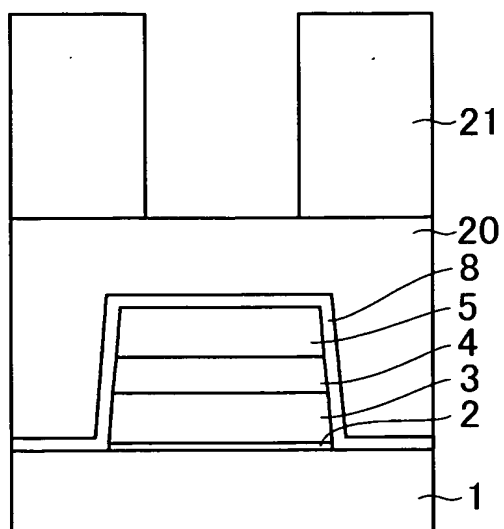
【図 1 1】



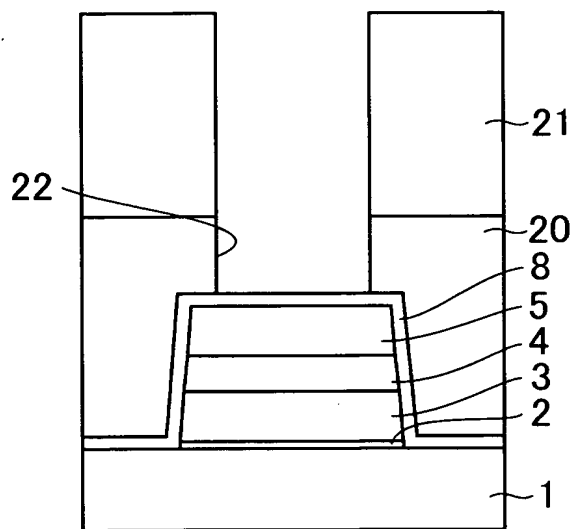
【図 1 2】



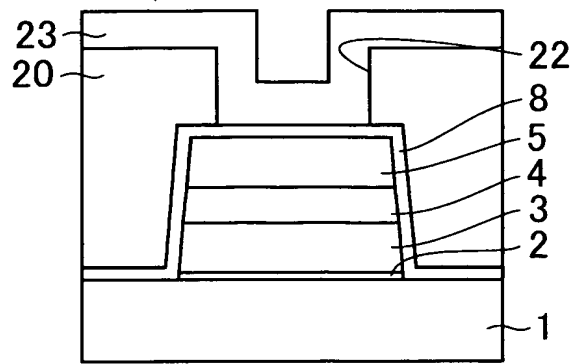
【図 13】



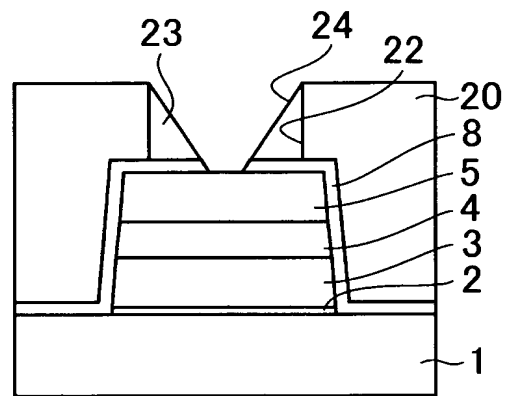
【図 14】



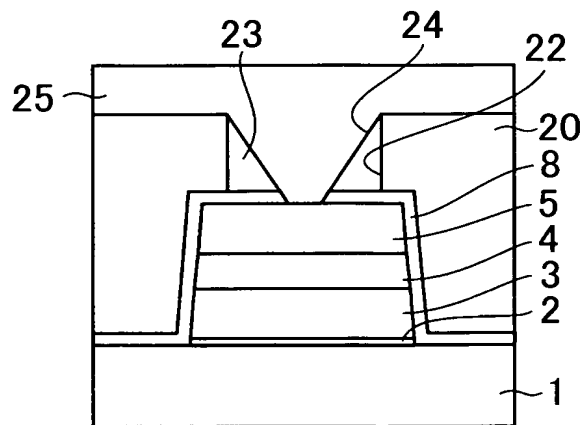
【図 15】



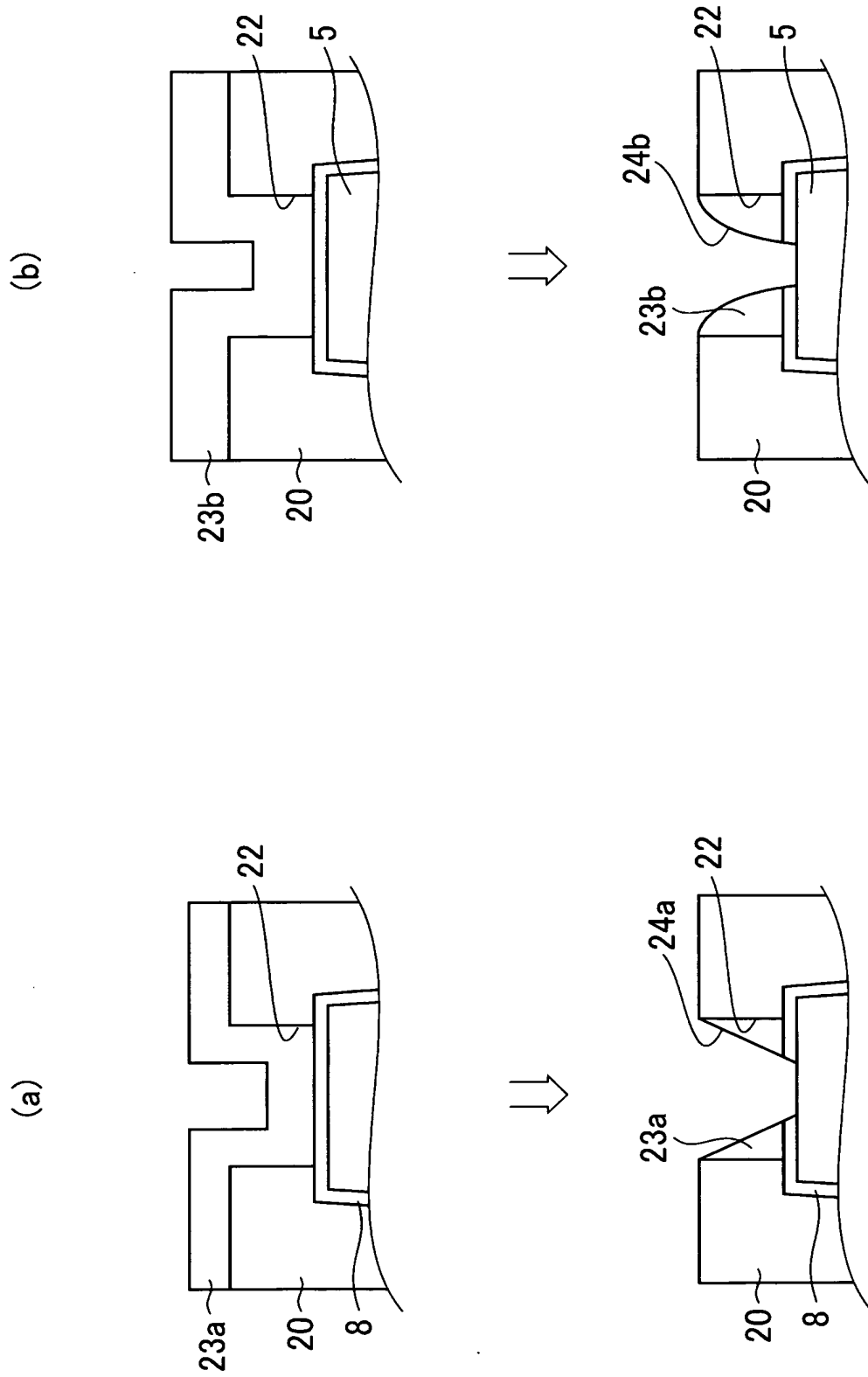
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 強誘電体素子において、強誘電体膜の劣化を防止するとともに、配線膜の信頼性の低下を防止することにある。

【解決手段】 第 1 電極 3 と、第 1 電極 3 上に形成された強誘電体膜 4 と、強誘電体膜 4 上に形成された第 2 電極 5 と、第 2 電極 5 の表面に直接形成された第 1 水素進入防止膜 8 と、第 1 水素進入防止膜 8 上に形成された第 1 絶縁膜 1 1 と、第 1 水素進入防止膜 8 に形成されて第 2 電極 5 の一部を露出する第 1 開口部 1 0 と、第 1 絶縁膜 1 1 に第 1 開口部 1 0 よりも大きな開口径で形成された第 2 開口部 1 3 と、第 1 及び第 2 開口部 1 0, 1 3 を介して第 2 電極 5 に接続された配線膜 1 4 と、を備える強誘電体素子。

【選択図】 図 1 2

特願 2 0 0 3 - 3 2 9 8 1 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 0 2 9 5 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

氏 名

沖電気工業株式会社